



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISA KETELITIAN GEOMETRIK CITRA
SATELIT PLEIADES 1A SEBAGAI DASAR
PEMBUATAN PETA DESA (Studi Kasus:
Kelurahan Kenjeran, Surabaya)**

HANIF KHOIRUL LATIF
NRP 3512 100082

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA, DESS

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**ANALYSIS OF GEOMETRIC ACCURACY FOR
PLEIADES 1A SATELITE IMAGERY AS BASE
MATERIALS OF VILLAGE MAP MAKING
(Case Study: Kenjeran Village, Surabaya)**

HANIF KHOIRUL LATIF
NRP 3512 100082

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA, DESS

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**ANALISA KETELITIAN GEOMETRIK CITRA SATELIT
PLEIADES 1A SEBAGAI DASAR PEMBUATAN PETA
DESA**

(Studi Kasus: Kelurahan Kenjeran, Surabaya)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

HANIF KHOIRUL LATIF

NRP. 3512 100 082

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DE A, DESS

NIP. 1953 0527 1983 03 1001



SURABAYA, Juni 2016

ANALISA KETELITIAN GEOMETRIK CITRA SATELIT
PLEIADES 1A SEBAGAI DASAR PEMBUATAN PETA DESA
(Studi Kasus: Kelurahan Kenjeran, Surabaya)

Nama Mahasiswa : Hanif Khoirul Latif
NRP : 3512100082
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo
DEA, DESS

ABSTRAK

Peta desa merupakan peta tematik bersifat dasar yang berisi unsur dan informasi batas wilayah, infrastruktur transportasi, toponim, perairan, sarana prasarana, penutup lahan dan penggunaan lahan yang disajikan dalam peta citra, peta sarana dan prasarana, serta peta penutup lahan dan penggunaan lahan. Peta desa dapat disajikan dengan ukuran 1:2500, 1:5000 atau 1:10000. Kelurahan Kenjeran memiliki ukuran 55" pada lintang dan 46" pada bujur. Sehingga untuk membuat peta desa Kenjeran memerlukan skala 1:5000. Peta dengan skala 1:5000 dapat dibuat dengan citra dengan resolusi tinggi dengan nilai ketelitian peta desa yang harus dipenuhi. Ketentuan nilai ketelitian peta tersebut diatur oleh Badan informasi Geospasial Indonesia.

Data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Pleiades 1A dengan disertai DEM Alos Palsar dengan resolusi spasial 12,5 m. Metode koreksi geometrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode orthorektifikasi RPC dan Rigidious. 8 Ground Control Point (GCP) yang didapatkan dari pengukuran GPS geodetik dengan metode statik dengan lama pengamatan 60 menit tiap titik dengan jeda pengamatan 15 detik dan 12 Independent Check Point (ICP) yang didapatkan dari pengukuran GPS geodetik dengan metode statik dengan lama pengamatan 15 menit tiap titik dengan jeda pengukuran 15 detik juga digunakan dalam penelitian ini.

Hasil dari penelitian ini adalah bahwa citra satelit Pleiades 1A, baik hasil orthorektifikasi metode RPC maupun Rigorous, layak untuk digunakan sebagai dasar pembuatan peta desa Kenjeran dengan skala 1:5000 dengan kelas ketelitian 3. Nilai Root Mean Square error (RMSE) yang didapatkan dari proses koreksi geometrik melalui orthorektifikasi metode RPC sebesar 0,67 piksel sedangkan untuk orthorektifikasi metode Rigorous memiliki nilai RMSE sebesar 0,69 piksel. Nilai RMSE dari analisa ketelitian geometrik yang didapatkan dari citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode RPC sebesar 1,331 m sedangkan untuk hasil orthorektifikasi metode Rigorous sebesar 1,479 m. Nilai ketelitian peta yang dihasilkan dari penggunaan citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode RPC adalah 2,020 m sedangkan untuk citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode Rigorous adalah 2,244 m.

Kata Kunci - Analisa Ketelitian Geometrik, Orthorektifikasi, PetaDesa, Pleiades 1A, RMSE

ANALYSIS OF GEOMETRIC ACCURACY FOR PLEIADES
1A SATELLITE IMAGERY AS BASE MATERIALS OF
VILLAGE MAP MAKING
(Case Study: Kenjeran Village, Surabaya)

Student Name : Hanif Khoirul Latif
NRP : 3512100082
Department : Geomatics Engineering FTSP-ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo
DEA, DESS

ABSTRACT

The village map is base thematic map that contains unsure and information of borders, transportation infrastructures, toponyms, waters, infrastructures, land covers and land uses which is presented using satellite imagery map, map of facility and infrastructure, and also map of land cover and land use form. The maps can be presented with a size of 1: 2500, 1: 5000 or 1: 10000. Village of Kenjeran is sized 55" on latitude and 46 " on longitude. So as to create a map of the Kenjeran village require a scale of 1: 5000. A map with a scale of 1: 5000 can be made with high-resolution images with accuracy grades of village map that must be met. Provision of the map precision grade is set by Badan Informasi Geospasial Indonesia.

Satellite imagery data used in this study is Pleiades 1A alongside with Alos Palsar DEM. Geometric correction methods which are used in this study are orthorectification with RPC dan Rigorous Method. 8 Ground Control Points (GCP) which are obtained from 60 minutes recording of geodetic GPS measurement with the static method with 15 seconds recording spare time and 12 Independent Check Points (ICP) which are obtained from 15 minutes recording of geodetic GPS measurement with the static method with 15 seconds recording spare time are also used in this study.

Results from this study expalian that Pleiades 1A satellite imagery, which is obtained from orthorectification using RPC and also Rigorous, is eligible to be used as the basis making of Kenjeran village map with scale of 1: 5000 with accuracy class of 3. The value of Root Mean Square error (RMSE) obtained from the geometric correction process through orthorectification with RPC method is 0.67 meanwhile the result of Rigorous orthorectification method is 0.69. RMSE value of geometric precision analysis which is obtained from the result of RPC orthorectification method is 1.331 m meanwhile for the result of Rigorous orthorectification method is 1.479 m. The result of map accuracy value is 2.020 m for Pleiades 1A satellite imagery which is obtained from RPC orthorectification method meanwhile for Pleiades 1A which is obtained from Rigorous orthorectification method the map accuracy value is 2.244 m.

Keywords - Geometric Accuracy Analysys, Orthorectification, Pleiades 1A, RMSE, Village Map.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penginderaan Jauh	5
2.2 <i>Digital Elevation Model</i> ALOS PALSAR	7
2.3 Citra Satelit Pleiades	8
2.4 <i>Pan-Sharpening</i>	11
2.5 Penentuan Posisi dengan GPS	13
2.6 <i>Strength of Figure</i>	19
2.7 <i>Ground Control Point</i>	21
2.8 <i>Independent Check Point</i>	21
2.9 Koreksi Geometrik	22
2.10 Rektifikasi	23
2.10.1. Orthorektifikasi	25
2.10.2. Metode <i>Ratio Polynomial Coefficient</i> (RPC)	26
2.10.3. Metode Rigorous	26
2.11 <i>Root Mean Square Error</i>	27
2.12 Peta Desa	28
2.13 Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Lokasi Penelitian	33

3.2	Data dan Peralatan.....	33
3.2.1	Data.....	33
3.2.2	Peralatan.....	34
3.3	Metodologi Penelitian.....	34
3.3.1	Tahapan Penelitian.....	34
3.2.3	Tahapan Pengolahan Data.....	36
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....		41
4.1	Penentuan Lokasi GCP	41
4.1.1	Persebaran Lokasi GCP	41
4.2	Kekuatan Desain Jaring Kontrol	44
4.3	Koordinat GCP	45
4.4	Hasil Koreksi Geometrik Citra.....	46
4.5	Analisa Ketelitian Geometrik.....	48
4.6	Analisa Ketelitian Horizontal Peta Desa	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran.....	53
Daftar Pustaka		55
PROFIL PENULIS		71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi DEM Alos Palsar	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Citra Satelit Pleiades 1A	9
Tabel 2. 3 Spesifikasi Citra Satelit 1B	10
Tabel 2. 4 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan	22
Tabel 2. 5 Ketelitian Horizontal Peta Desa	29
Tabel 4. 1 Lokasi Titik GCP	42
Tabel 4. 2 Jarak Antar GCP.....	43
Tabel 4. 3 Daftar GCP	45
Tabel 4. 4 Koordinat GCP Terikat SRGI 2013.....	45
Tabel 4. 5 RMSE Koreksi Geometrik Metode Orthorektifikasi RPC.....	46
Tabel 4. 6 RMSE Koreksi Geometrik Metode Orthorektifikasi Rigorous	47
Tabel 4. 7 Daftar Koordinat ICP.....	48
Tabel 4. 8 Daftar Koordinat ICP Pleiades 1A Metode RPC	49
Tabel 4. 9 Daftar Koordinat ICP Pleiades 1A Metode Rigorous	49
Tabel 4. 10 RMSE Analisa Ketelitian Geometrik Pleiades 1A Metode RPC	50
Tabel 4. 11 RMSE Analisa Ketelitian Geometrik Pleiades 1A Metode Rigorous	51
Tabel 4. 12 Standar Ketelitian Geometrik Horizontal Peta Desa	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Satelit Alos Palsar (Rastermaps, 2014).....	7
Gambar 2. 2 Satelit Pleiades 1A (Pusfatekgan LAPAN, 2014)....	8
Gambar 2. 3 Satelit Pleiades 1B (Pusfatekgan LAPAN, 2014)....	8
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (Pemerintah Kota Surabaya, 2016)	33
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian.....	34
Gambar 3. 3 Tahap Pengolahan Data.....	37
Gambar 4. 1 Lokasi <i>GCP</i> T2.....	41
Gambar 4. 2 Persebaran Titik <i>GCP</i>	42
Gambar 4. 3 Desain Jring.....	44
Gambar 4. 4 Persebaran <i>ICP</i>	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desa adalah desa dan desa adat atau yang disebut dengan nama lain adalah kesatuan masyarakat hukum yang memiliki batas wilayah yang berwenang untuk mengatur dan mengurus urusan pemerintahan, kepentingan masyarakat setempat berdasarkan prakarsa masyarakat, hak asal usul, dan/atau hak tradisional yang diakui dan dihormati dalam sistem pemerintahan Negara Kesatuan Republik Indonesia (Republik Indonesia, 2014). Dalam mengatur dan mengurus kepentingan masyarakatnya sendiri sebuah desa maupun kelurahan harus mengetahui semua potensi yang dimilikinya. Sarana sederhana dan mudah dimengerti untuk membantu melakukan hal tersebut adalah peta.

Peta adalah ekspresi visual dari porsi-porsi yang ada di muka bumi (Ghilani & Wolf, 2012). Peta desa merupakan peta tematik bersifat dasar yang berisi unsur dan informasi batas wilayah, infrastruktur transportasi, toponim, perairan, sarana prasarana, penutup lahan dan penggunaan lahan yang disajikan dalam peta citra, peta sarana dan prasarana, serta peta penutup lahan dan penggunaan lahan (Badan Informasi Geospasial, 2016). Peta desa dapat disajikan dengan ukuran 1:2500, 1:5000 atau 1:10000. Pemilihan skala peta desa mempertimbangkan penyajian seluruh wilayah desa dalam satu muka peta. Pada kertas A1 Peta dengan skala 1:2500 mencakup desa dengan ukuran 36" lintang dan 36" bujur. Peta dengan skala 1:5000 mencakup desa dengan ukuran 1' 15" lintang dan 1' 15" bujur. Peta dengan skala 1:10000 mencakup desa dengan skala 2' 30" lintang dan 2' 30" bujur.

Kelurahan Kenjeran memiliki ukuran 55" pada lintang dan 46" pada bujur. Sehingga untuk membuat peta desa Kenjeran memerlukan skala 1:5000. Peta dengan skala 1:5000 dapat dibuat dengan citra dengan resolusi tinggi

dengan nilai ketelitian peta desa yang harus dipenuhi. Ketentuan nilai ketelitian peta tersebut diatur oleh Badan Informasi Geospasial.

Dibutuhkan klasifikasi tertentu agar sebuah citra dapat digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta desa. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai kelayakan sebuah citra satelit ketika digunakan dalam pembuatan peta desa melalui analisa ketelitian geometriknya. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Pleiades 1A. Satelit optis Pleiades dikembangkan dan diluncurkan oleh AIRBUS *Defense and Space*, Prancis. Diluncurkan melalui roket Russia Soyuz STA di Pusat Peluncuran Guiana, Kourou. Citra satelit Pleiades 1A memiliki resolusi spasial 0,5 m pada pankromatik dan 2 m pada multispektral.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Berapakah selisih RMSE koreksi geometrik citra satelit Pleiades 1A dengan 8 GCP menggunakan orthorektifikasi metode RPC dan Rigorous?
- b. Berapakah selisih RMSE analisa ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1A dengan 12 ICP menggunakan orthorektifikasi metode RPC dan Rigorous?
- c. Bagaimana kelayakan citra satelit Pleiades 1A ketika digunakan dalam pembuatan peta desa Kelurahan Kenjeran dengan skala 1:5000?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Wilayah penelitian adalah Kelurahan Kenjeran Kecamatan Bulak Kota Surabaya.
- b. Citra satelit Pleiades yang digunakan memiliki level proses L0

- c. Metode yang digunakan dalam melakukan koreksi geometrik adalah orthorektifikasi metode RPC dan Rigorous

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui selisih RMSE koreksi geometrik citra satelit Pleiades 1A dengan 8 GCP menggunakan orthorektifikasi metode RPC dan Rigorous
- b. Mengetahui selisih RMSE analisa ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1A dengan 12 ICP menggunakan orthorektifikasi metode RPC dan Rigorous
- c. Mengetahui kelayakan citra satelit Pleiades 1A ketika digunakan dalam pembuatan peta desa Kelurahan Kenjeran dengan skala 1:5000

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah proses perolehan informasi tentang suatu obyek tanpa adanya kontak fisik secara langsung dengan obyek tersebut (Rees, 2001). Informasi didapatkan dengan cara deteksi dan pelaksanaan pengukuran berbagai perubahan pada tempat objek berada. Informasi secara potensial tertangkap pada suatu ketinggian melalui energi yang terbangun dari permukaan bumi, yang secara detil didapatkan dari variasi-variasi spasial, spektral dan temporal lahan tersebut (Landgrebe, 2003).

Variasi spasial, spektral dan temporal memberikan tambahan informasi yang saling melengkapi. Sebaran bentukan garis lurus yang membentuk jalur-jalur memberikan informasi terdapatnya suatu aktifitas di lokasi tersebut. Bentuk-bentuk teratur yang menyerupai rumah menambah informasi bahwa lokasi tersebut juga menjadi tempat tinggal. Dua informasi tersebut berasal dari adanya variasi spasial obyek pada citra. Warna merah kecoklatan memperjelas pembedaan kumpulan obyek rumah dengan lokasi lahan bertutupan vegetasi yang berwarna hijau. Tambahan informasi ini berasal dari adanya variasi spektral yang dapat secara detil menambah akurasi identifikasi obyek. Perubahan jumlah obyek pada satu lokasi yang terdapat pada dua atau lebih citra akan memberikan informasi tentang pertumbuhan fenomena di lokasi tersebut. Informasi pada suatu lokasi yang sama dari dua citra yang berbeda waktu perekamannya memberikan informasi multi temporal. Informasi multi temporal ini sangat bermanfaat dalam menganalisis perubahan fenomena yang terjadi pada rentang waktu tertentu di lokasi tersebut.

Satelit penginderaan jauh sumber daya yang banyak dimanfaatkan selama ini merupakan satelit yang

menggunakan sistem optis. Penginderaan jauh sistem optis ini memanfaatkan spektrum tampak hingga infra merah (Liang, 2004). Rentang gelombang elektromagnetik yang lebih luas dalam penginderaan jauh meliputi gelombang pendek mikro hingga spektrum yang lebih pendek seperti gelombang infra merah, gelombang tampak, dan gelombang ultra violet (Elachi & Jakob, 2006).

Penginderaan jauh berkembang dalam bentuk pemotretan muka bumi melalui wahana pesawat terbang yang menghasilkan foto udara dan bentuk penginderaan jauh berteknologi satelit yang mendasarkan pada konsep gelombang elektromagnetis. Dalam perkembangannya saat ini, dengan adanya teknologi satelit beresolusi tinggi, pengenalan sifat fisik dan bentuk obyek dipermukaan bumi secara individual juga dapat dilakukan (Liang, 2004).

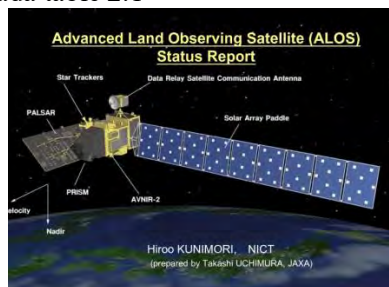
Pada dasarnya teknologi pemotretan udara dan penginderaan jauh berteknologi satelit adalah suatu teknologi yang merekam interaksi berkas cahaya yang berasal dari sinar matahari dan obyek di permukaan bumi. Pantulan sinar matahari dari obyek di permukaan bumi ditangkap oleh kamera atau sensor. Tiap benda atau obyek memberikan nilai pantulan yang berbeda sesuai dengan sifatnya. Pada pemotretan udara rekaman dilakukan dengan media seluloid (film), sedangkan penginderaan jauh melalui media pita magnetik dalam bentuk sinyal-sinyal digital. Dalam perkembangannya potret udara juga seringkali dilakukan dalam bentuk digital.

Data penginderaan jauh adalah berupa citra. Citra penginderaan jauh memiliki beberapa bentuk yaitu foto udara ataupun citra satelit. Data penginderaan jauh tersebut adalah hasil rekaman obyek muka bumi oleh sensor. Data penginderaan jauh ini dapat memberikan banyak informasi setelah dilakukan proses interpretasi terhadap data tersebut.

2.2 Digital Elevation Model ALOS PALSAR

Digital Elevation Model (DEM) merupakan model digital yang memberikan informasi bentuk permukaan bumi dalam bentuk data raster, vector, maupun bentuk data lainnya. DEM memiliki dua informasi yakni ketinggian dan data posisi koordinat dari ketinggian tersebut di permukaan bumi (LAPAN, 2010).

Salah satu DEM adalah Alos Palsar. DEM Alos Palsar memiliki ukuran kolom 12,5 m. Spesifikasi dari DEM Alos Palsar tersaji pada table 2.1



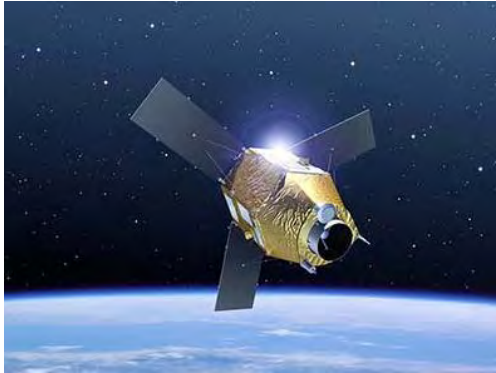
Gambar 2. 1 Satelit Alos Palsar (Rastermaps, 2014)

Tabel 2. 1 Spesifikasi DEM Alos Palsar

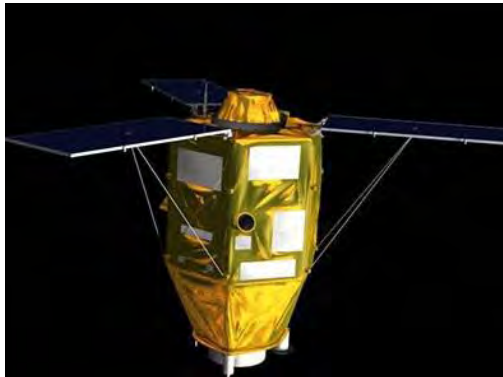
Tanggal Peluncuran	24 Januari 2006
Wahana Peluncur	H-IIA
Tempat Peluncuran	Tanegahsima, Jepang
Tinggi orbit	691.65 km
Beam Mode	FBS FBD
Pusat Frekuensi	L-band (1,27 GHz)
Polarisasi	FBS : HH, VV FBD : HH+HV, VV+VH
Lebar Cakupan	FBS : 70 km FBD : 70 km

2.3 Citra Satelit Pleiades

Satelit optis Pleiades dikembangkan dan diluncurkan oleh AIRBUS *Defense and Space*, Prancis. Diluncurkan melalui roket Russia Soyuz STA di Pusat Peluncuran Guiana, Kourou. Satelit ini dibedakan berdasarkan 2 tipe sensor yaitu Pleiades-1A dan Pleiades 1B.



Gambar 2. 2 Satelit Pleiades 1A (Pusfatekgan LAPAN, 2014)



Gambar 2. 3 Satelit Pleiades 1B (Pusfatekgan LAPAN, 2014)

Satelit Pleiades 1A diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam

sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1000 km x 1000 km). Tabel 2.2 menjelaskan mengenai spesifikasi dari satelit Pleiades 1A.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Citra Satelit Pleiades 1A

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0,5 m GSD pada nadir	2 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480-830 nm	Biru (430-550 nm) Hijau (490-610) nm Merah (600-720 nm) IR Dekat (750-950 nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan Off-Nadir	Hingga 47 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Level Proses	Primer dan Ortho	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip € 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk arsip (jarak lebar min. 500 m) Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min. 5 km)	
Tingkat Akurasi	3 m tanpa GCP (CE90) Hingga kurang dari 1 m dengan GCP	

Pleiades 1B diluncurkan pada 2 Desember 2012. Memiliki kemampuan untuk melakukan pemetaan skala besar termasuk rekayasa dan proyek konstruksi, monitoring (Kompleks pertambangan, industri dan militer, daerah konflik dan krisis, bencana alam serta evakuasi dan operasi penyelamatan). Tabel 2.3 menjelaskan mengenai spesifikasi dari satelit Pleiades 1B.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Citra Satelit 1B

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0,5 m GSD pada nadir	2 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480-830 nm	Biru (430-550 nm) Hijau (490-610) nm Merah (600-720 nm) IR Dekat (750-950 nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan Off-Nadir	Hingga 47 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Level Proses	Primer dan Ortho	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip € 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk arsip (jarak lebar min. 500 m) Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min. 5 km)	
Tingkat Akurasi	3 m tanpa GCP (CE90) Hingga kurang dari 1 m dengan GCP	

2.4 Pan-Sharpening

Pan-Sharpening adalah teknik yang dapat meningkatkan potensi dari citra satelit, yang mana dapat digunakan untuk beberapa penggunaan yang membutuhkan resolusi spasial dan spektral yang tinggi (Zhang, 2004). Proses tersebut memperbolehkan untuk mengurangi dimensi piksel dari band multispektral terhadap band pankromatik. Manfaat yang dihasilkan adalah jelas: gambar berwarna yang lebih rinci (RGB komposisi) dapat diperoleh dan informasi yang lebih akurat menjadi tersedia untuk aplikasi lebih lanjut seperti klasifikasi, tutupan lahan dan menggunakan pemetaan, fitur ekstraksi dan sebagainya.

Data citra yang sering dipakai dalam analisis penginderaan jauh antara lain adalah citra pankromatik (pan) dengan informasi keabu-abuan yang umumnya memiliki informasi spasial tinggi sehingga dapat membantu melokasikan suatu objek di muka Bumi. Citra multispektral berwarna dengan saluran multispektrum (inframerah, cahaya tampak maupun ultraviolet) yang lebih memberikan informasi warna berdasarkan pantulan dan penyerapan sinar elektromagnetik oleh objek yang ditangkap oleh sensor. Umumnya citra multispektral yang ada memiliki resolusi rendah, dalam artian memiliki informasi spasial yang rendah meskipun mampu memberi informasi yang tinggi. Citra pankromatik dan multispektral ini, terlebih penggabungannya, memiliki andil yang besar dalam aplikasi penginderaan jauh. Proses penggabungan citra pankromatik dan citra multispektral ini umum dikenal dengan istilah *image fusion* atau *pansharpening/image sharpening*. Fusi citra secara umum diartikan sebagai teknik untuk mengintegrasikan detail geometri atau spasial dari suatu citra pankromatik (hitam putih) beresolusi tinggi dengan citra multispektral beresolusi rendah, dimana dua atau lebih gambar digabungkan menjadi satu gambar dengan mempertahankan fitur penting dari masing-masing gambar

asli. Tujuan utama fusi citra adalah mengintegrasikan data-data yang didapat dari berbagai sumber untuk mendapatkan informasi yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan informasi yang didapat dari satu sumber saja. Manfaat dari fusi citra meliputi:

1. Memperluas jangkauan operasi.
2. Memperpanjang cakupan spasial dan temporal.
3. Mengurangi ketidakpastian.
4. Meningkatkan kehandalan.
5. Memperkuat kinerja sistem.
6. Kompak dalam penyajian informasi.

Fusi citra sendiri dapat dilakukan dalam beberapa tingkat, yaitu pada tingkat piksel, tingkat ciri dan pada tingkat pengambilan keputusan. Fusi citra pada tingkat piksel adalah fusi citra pada tingkat data paling dasar, yaitu penggabungan 18 parameter fisik dari citra itu sendiri yaitu data piksel-piksel yang menyusun sebuah citra. Fusi pada tingkat ciri memerlukan ekstraksi ciri dari citra-citra yang akan digabungkan, misalnya dengan melakukan segmentasi terlebih dahulu kemudian objek-objek yang dihasilkan akan digabungkan. Fusi tingkat ciri juga dapat disebut fusi informasi. Fusi pada tingkat pengambilan keputusan adalah metode fusi dimana citra sumber diproses secara terpisah satu dengan yang lainnya, baru kemudian informasi dari masing-masing citra tersebut digabungkan untuk mendukung proses pengambilan keputusan/kesimpulan.

Tiga metode yang dapat digunakan untuk fusi citra yaitu *Principal Component Analysis*, *IHS* dan *Brovey Transform*. *Principal Component Merge* merupakan metode penggabungan dua citra yang memiliki resolusi spasial yang berbeda dengan menggunakan analisis komponen utama (*Principal Component Analysis/PCA*) (Karson, 1982). menyatakan bahwa tujuan dilakukannya analisis komponen utama adalah untuk memperoleh perubahan baru (komponen utama) yang tidak saling berkorelasi tetapi menyimpan

informasi yang terkandung pada peubah asal. *Multiplicative* merupakan suatu teknik fusi yang digunakan untuk meningkatkan intensitas citra sehingga kenampakan kultural di permukaan Bumi dipertegas pada citra tersebut. *Brovey transform* merupakan suatu teknik fusi yang telah dikembangkan untuk meningkatkan kontras secara visual pada citra. Metode ini tidak cocok bagi mereka yang ingin mempertahankan nilai radiometrik asli. Metode ini memiliki perbedaan dengan kedua metode sebelumnya, yaitu 3 band telah ditentukan terlebih dahulu untuk dimasukkan ke dalam perhitungan matematis.

2.5 Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) (Leick, 1995). Dalam hal ini receiver GPS harus mempunyai 2 data utama yaitu:

- Jarak antara receiver GPS dengan setiap satelit GPS yang diamati.
- Posisi/koordinat dari setiap satelit GPS yang diamati.

Jarak dari receiver GPS ke satelit GPS dapat dihitung dari sinyal yang diterima dari satelit GPS baik dari data kode (*pseudorange*) maupun dengan data fase (*carrier beat phase*). Sedangkan koordinat satelit GPS diperoleh dari informasi yang dikirimkan oleh satelit GPS tersebut bersama dengan sinyal yang diterima oleh receiver GPS.

Untuk dapat menghitung koordinat receiver GPS, paling sedikit harus ada 4 satelit yang teramati (Badan Standarisasi Nasional, 2003). Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi 3 dimensi (x,y,z) yang dinyatakan dalam datum WGS (World Geodetic System) 1984.

Dengan GPS, titik yang akan ditentukan posisinya dapat diam (*static positioning*) ataupun bergerak (*kinematic positioning*). Posisi titik dapat ditentukan dengan menggunakan satu *receiver* GPS terhadap pusat bumi dengan

menggunakan metode *absolute (point) positioning*, ataupun terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*monitor station*) dengan menggunakan metode *differential (relatif) positioning* yang menggunakan minimal dua receiver GPS, yang menghasilkan ketelitian posisi yang relatif lebih tinggi. GPS dapat memberikan posisi secara instan (*real time*) ataupun sesudah pengamatan setelah data pengamatannya diproses secara lebih ekstensif (*post processing*) yang biasanya dilakukan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik.

Penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metoda diantaranya:

- Metode Absolut

Penentuan posisi secara absolut adalah metode penentuan posisi yang paling mendasar dari GPS. Metode penentuan posisi dengan menggunakan data *pseudorange* pada prinsipnya adalah metode penentuan dasar yang didesain untuk GPS oleh pihak pengelola satelit. Dalam hal ini terdapat dua level ketelitian yang diberikan oleh GPS, yaitu SPS (*Standart Positioning Service*) dan PPS (*Precise Positioning Service*).

SPS (*Standart Positioning Service*) adalah pelayanan standar yang diberikan oleh GPS secara umum kepada pengguna dengan tingkat ketelitian yang telah diturunkan dengan menerapkan kebijaksanaan AS. Tingkat ketelitian posisi tipikal dalam hal ini adalah ± 100 m (horisontal) dengan tingkat kepercayaan 95%. Sedangkan PPS (*Precise Positioning Service*) adalah pelayanan yang dikhususkan untuk pihak militer AS serta pihak-pihak yang diijinkan melalui pemakaian kode P yang memiliki 2 frekuensi, L1 dan L2. Disamping itu, PPS mempunyai karakteristik anti *jamming* (sinyal yang lebih kuat), *anti spoofing*, dan bebas pengaruh SA.

Tingkat ketelitian yang diberikan adalah ± 21 m (horisontal) dengan tingkat kepercayaan 95%.

Pada penentuan posisi secara absolut pada suatu *epoch* dengan menggunakan data *pseudorange*, ada beberapa parameter yang harus ditentukan, yaitu:

- a. Parameter koordinat (X,Y,Z atau ϕ, λ, h)
- b. Parameter kesalahan jam receiver GPS

- Metode Differensial

Penentuan posisi diferensial, posisi suatu titik ditentukan relatif terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*monitor station*). Menggunakan dua receiver GPS, yang salah satunya ditempatkan pada *monitor station*. Konsep dasar *differencing process* dapat mengeliminir atau mereduksi efek-efek dari beberapa kesalahan dan bias.

Metode relatif atau sering disebut *differential positioning*, menentukan posisi dengan menggunakan lebih dari sebuah receiver. Satu GPS dipasang pada lokasi tertentu di muka bumi dan secara terus menerus menerima sinyal dari satelit dalam jangka waktu tertentu dijadikan referensi bagi yang lainnya. Metode ini menghasilkan posisi berketelitian tinggi (umumnya kurang dari 1 meter) dan diaplikasikan untuk keperluan survei geodesi ataupun pemetaan yang memerlukan ketelitian tinggi.

Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi 3 dimensi (x,y,z atau ϕ, λ, h) yang dinyatakan dalam datum WGS (*World Geodetic System*) 1984,

sedangkan tinggi yang diperoleh adalah tinggi *ellipsoid*.

Adapun pengelompokan metode penentuan posisi dengan GPS berdasarkan mekanisme pengaplikasiannya dapat dilihat pada penjelasan berikut ini:

- Metode Penentuan Posisi Statik

Penentuan posisi secara statik (*Static Positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik. Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara diferensial dengan menggunakan data *pseudorange* (data fase) dengan waktu pengamatan, yaitu $\pm 15 - 60$ menit. Pengamatan dengan GPS dilakukan baseline per baseline selama selang waktu tertentu dalam suatu jaringan dari titik-titik yang ditentukan koordinatnya.

Pada survai dengan GPS, pemrosesan data GPS untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan umumnya akan mencakup tiga tahapan perhitungan, yaitu:

- a. Pengolahan data dari setiap *baseline* dalam jaringan
 - b. Perataan jaringan yang melibatkan semua *baseline* untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan. Transformasi koordinat dari titik-titik tersebut dari datum WGS 84 ke dalam datum yang diperlukan oleh pengguna.
 - c. Penyajian data hasil pengukuran
- Metode Penentuan Posisi Kinematik

Penentuan posisi secara kinematik (*Kinematic Positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang bergerak dan receiver GPS tidak dapat atau tidak mempunyai kesempatan untuk berhenti pada titik-titik tersebut. Penentuan posisi kinematik ini dapat dilakukan secara absolut ataupun tanpa

diferensial dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau fase. Hasil penentuan posisi bias diperlukan saat pengamatan. (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan (*post-processing*). Untuk *real-time differential positioning* diperlukan komunikasi data antara stasiun referensi dengan receiver yang bergerak.

Berdasarkan pada jenis data yang digunakan serta metode penentuan posisi yang digunakan, ketelitian posisi kinematik yang diberikan oleh GPS dapat berkisar dari tingkat rendah (penentuan posisi *absolut* dengan *pseudorange*) sampai tingkat tinggi (penentuan posisi diferensial dengan fase). Dari segi aplikasinya, metode kinematik GPS akan bermanfaat untuk navigasi, pemantauan (*surveillance*), *guidance*, fotogrametri, *airborne gravimetry*, survey hidrografi, dll.

Akhir-akhir ini banyak aplikasi yang menuntut ketelitian posisi dari titik-titik yang bergerak secara teliti (tingkat ketelitian berorde centimeter), seperti untuk sistem pendaratan pesawat, kalibrasi altimeter satelit, dan studi oseanografi (arus, gelombang, dan pasang). Dalam hal ini ada beberapa karakteristik dari metode kinematik teliti yang patut dicatat, yaitu:

- a. Metode ini harus berbasiskan penentuan posisi diferensial yang menggunakan data fase.
- b. Problem utama dari penentuan posisi kinematik secara teliti adalah penentuan ambiguitas fase secara *on-the-fly*, yaitu penentuan ambiguitas fase pada saat *receiver* sedang bergerak dalam waktu sesingkat mungkin.

- c. Penentuan ambiguitas secara *on-the-fly* akan meningkatkan ketelitian, keandalan, dan fleksibilitas dari penentuan posisi kinematik
 - d. Hasil penentuan posisi bias diperlukan saat pengamatan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan (*post-processing*)
 - e. Untuk moda *real-time*, diperlukan komunikasi data antara stasiun referensi dengan receiver yang bergerak. (Abidin, 2002).
- Metode Penentuan Posisi *Rapid Static*
 Metode penentuan posisi dengan *rapid static* pada dasarnya adalah survei statik dengan waktu pengamatan yang lebih singkat yaitu: 5-20 menit. Untuk merealisasikan hal tersebut metode *rapid static* ini sangat bertumpu pada proses penentuan ambiguitas fase secara cepat dengan menggunakan peralatan yang canggih sehingga tingkat residu kesalahan dan bias relatif rendah, dan pengamatan tidak menimbulkan *multipath*.
- Metode Penentuan Posisi *Pseudo-Kinematik*
 Metode *Pseudo-kinematik* kadang disebut juga sebagai metode *intermittent* ataupun metode *reoccupation*, pada dasarnya dapat dilihat sebagai realisasi dari dua metode statik singkat yang dipisahkan oleh selang waktu yang cukup lama. Dalam penerapannya dilapangan, data pengamatan diantara titik-titik yang akan ditentukan posisi sebenarnya tidak diperlukan.
 Dalam hal ini *receiver* GPS dapat dimatikan selama pergerakan dari titik ke titik, tetapi tidak semua *receiver* GPS dapat dioperasikan untuk metode ini dan tidak semua perangkat lunak GPS mempunyai pilihan untuk mengolah data dengan metode seperti ini.

Seperti halnya pada metode *rapid static*, metode ini memerlukan geometri pengamatan yang baik, residu kesalahan dan bias yang relatif rendah, serta lingkungan pengamatan yang tidak menimbulkan *multipath*.

- Metode Penentuan Posisi *Stop and Go*

Metode *stop and go* disebut juga metode semi kinematik. Pada metode ini titik-titik yang akan ditentukan posisinya, posisinya tidak bergerak sedangkan receiver GPS bergerak dari titik-titik diam dimana pada setiap titiknya receiver yang bersangkutan diam beberapa saat di titik tersebut. Pada metode ini ambiguitas fase pada titik awal harus ditentukan sebelum receiver GPS bergerak. Hal ini dilakukan dengan melakukan pengamatan satelit yang relatif lebih lama dibandingkan pada pengamatan pada titik-titik berikutnya. Setelah pengamatan di titik pertama ini dilakukan dalam waktu yang diperkirakan cukup untuk menentukan ambiguitas fase dengan baik, maka selanjutnya *receiver* bergerak ke titik selanjutnya.

2.6 Strength of Figure

Faktor kekuatan bentuk geometri jaringan atau *strength of figure* (SOF) adalah kekuatan dari bentuk kerangka dimana kegunaannya adalah untuk menentukan kekuatan kerangka dari jaring geodesi yang diambil dari gambar dimana kekuatannya akan setara dengan kerangka yang akan dibuat dilapangan.

Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat mempengaruhi hasil SoF yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian kerangka tersebut. SoF juga menunjukkan tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Kekuatan geometrik dicerminkan dengan harga SoF yang paling kecil,

hal ini akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaringan. Sehingga dapat dipilih bentuk geometri yang baik (kuat dan kesalahan minimum). Metode perhitungan SoF:

1. Perhitungan SoF dengan perataan bersyarat

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *strength of figure*. Ada beberapa metode yang dapat digunakan. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat. Berikut ini adalah penghitungan SoF dengan menggunakan rumus 2.1 (Sukojo, 2006):

$$R = \frac{(D-C)}{D} \sum (\delta A^2 + \delta B \cdot \delta A + \delta B^2) \quad (2.1)$$

Dimana pada rumu 2.1 tersebut:

R = *strength of figure*

D = total titik pengamatan dalam jaring

C = jumlah syarat sudut dan sisi

δA = harga diferensial pada decimal keenam dari log sin A

δB = harga diferensial pada decimal keenam dari log sin B

Untuk menghitung banyaknya syarat (C) digunakan rumus:

$$C = C_s + C_1 = (L' - S' + 1) + (L - 2S + 3) \quad (2.2)$$

Dimana pada rumus 2.2 tersebut:

C = jumlah kondisi sudut atau syarat sisi

C_s = jumlah kondisi sisi atau syarat sisi

C_1 = jumlah kondisi sudut atau syarat sudut

L' = jumlah sisi yang diamati dari dua arah

S' = jumlah station (titik) yang dapat ditempati alat

L = jumlah sisi yang diukur

S = jumlah station

2.7 Ground Control Point

Dalam melakukan pemetaan menggunakan citra satelit kerap didengar istilah *Ground Control Point* (GCP). Dalam bahasa Indonesia GCP diartikan sebagai titik control tanah. GCP dalam pemetaan menggunakan citra satelit digunakan untuk membuat citra memiliki lokasi atau koordinat yang sama dengan koordinat tanah. Penyamaan lokasi tersebut dikenal dengan nama koreksi geometrik. Syarat penentuan sebaran titik kontrol tanah adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- Pada sisi perimeter area citra
- Pada tengah area/*scene*
- Pada wilayah perbatasan/*overlap scene* citra
- Tersebar secara merata dalam area citra
- Menyesuaikan kondisi terrain.

2.8 Independent Check Point

Independent Check Point (ICP), atau dalam bahasa Indonesia disebut sebagai titik uji akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo & Eko, 2010). ICP digunakan untuk menguji hasil rektifikasi yang telah dilakukan menggunakan GCP. Syarat persebaran ICP dalam area penelitian adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- Objek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji, dengan ketentuan sebagai berikut:
- Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji
- Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji.

- Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji mempresentasikan wilayah yang akan diuji.

Jumlah titik uji mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. 4 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan

Luasan (km²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal
< 250	12
251 - 500	20
501 - 750	25
751 - 1000	30
1001 - 1250	35
1251 - 1500	40
1501 - 1750	45
1751 - 2000	50
2001 - 2250	55
2251 - 2500	60

2.9 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan karena terjadi distorsi geometrik antara citra hasil penginderaan jauh dengan objek yang direkam pada permukaan Bumi. Koreksi ini mencakup perujukan titik-titik tertentu pada citra ke titik-titik yang sama ke medan maupun di peta. Pasangan titik-titik kemudian digunakan untuk membangun fungsi matematis yang menyatakan hubungan antara posisi sembarang titik pada citra dengan titik objek yang sama pada peta maupun lapangan. Interpolasi spasial adalah penentuan hubungan geometrik antara lokasi piksel pada citra masukan dan peta. Pada proses ini dibutuhkan beberapa titik kontrol medan (*Ground Control Point/GCP*) yang dapat diidentifikasi pada

citra dan peta. Apabila persamaan transformasi koordinat diterapkan pada titik-titik kontrol maka diperoleh residual x dan residual y . Residual adalah penyimpangan posisi titik yang bersangkutan terhadap posisi yang diperoleh melalui transformasi koordinat yang kemudian dinyatakan sebagai nilai *Residual Means Square Error* atau $RMS(error)$ (Rahman, 2011).

Koreksi geometrik citra mempunyai tiga tujuan yaitu (Purwadhi, 2001):

- a. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat pada system proyeksi;
- b. Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multitemporal; dan
- c. Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Oleh karena itu koreksi geometrik dilakukan dengan proses transformasi, yang dapat ditetapkan melalui hubungan sistem koordinat citra (i,j) dan sistem koordinat peta (x,y) .

2.10 Rektifikasi

Rektifikasi merupakan proses yang dilakukan untuk memproyeksikan citra ke bidang datar agar bentuknya konform (sebangun) dengan sistem proyeksi peta yang digunakan dan mempunyai orientasi arah yang benar. Oleh karena posisi piksel pada citra *output* tidak sama dengan posisi piksel *input* (aslinya) maka piksel-piksel yang digunakan untuk mengisi citra yang baru harus di-*resampling* kembali. *Resampling* adalah suatu proses melakukan ekstrapolasi nilai data untuk piksel-piksel pada sistem grid yang baru dari nilai piksel citra aslinya. Rektifikasi juga dapat diartikan sebagai pemberian koordinat pada citra berdasarkan koordinat yang ada pada suatu peta

yang mencakup area yang sama. Bisa dilakukan dengan input GCP atau *rectification image to map* dan diperlukan peta (dengan sistem koordinat tertentu) atau kumpulan GCP untuk objek yang sudah diketahui pada citra.

Ada beberapa alasan atau pertimbangan, kenapa perlu melakukan rektifikasi, diantaranya adalah untuk:

1. Membandingkan 2 citra atau lebih untuk lokasi tertentu
2. Membangun SIG dan melakukan pemodelan spasial
3. Meletakkan lokasi-lokasi pengambilan “*training area*” sebelum melakukan klasifikasi
4. Membuat peta dengan skala yang teliti
5. Melakukan *overlay* (tumpang susun) citra dengan data-data spasial lainnya
6. Membandingkan citra dengan data spasial lainnya yang mempunyai skala yang berbeda.
7. Membuat mozaik citra
8. Melakukan analisis yang memerlukan lokasi geografis dengan presisi yang tepat.

Terdapat sedikit perbedaan antara georeferensi dan rektifikasi. Georeferensi adalah proses penyamaan sistem koordinat dari peta ke citra, dari citra ke citra maupun dari peta ke peta, sedangkan rektifikasi adalah proses transformasi dari suatu sistem grid kedalam grid yang lain menggunakan persamaan polinomial tertentu. Jadi proses rektifikasi citra dengan peta akan meliputi proses georeferensi, karena sistem proyeksi berkaitan juga dengan sistem koordinat. Georeferensi dari citra ke citra tidak direktifikasi kalau citranya sama-sama belum di rektifikasi, dan sebaliknya bila salah satu citra sudah direktifikasi maka georeferensi citra ke citra sama dengan rektifikasi.

Dalam beberapa kasus, yang dibutuhkan adalah penyamaan posisi antara satu citra dengan citra lainnya dengan mengabaikan sistem koordinat dari citra yang bersangkutan. Penyamaan posisi ini kebanyakan

dimaksudkan agar posisi piksel yang sama dapat dibandingkan. Dalam hal ini penyamaan posisi citra satu dengan citra lainnya untuk lokasi yang sama sering disebut dengan registrasi. Dibandingkan dengan rektifikasi, registrasi ini tidak melakukan transformasi ke suatu sistem koordinat. Dengan kata lain, registrasi adalah suatu proses membuat suatu citra konform dengan citra lainnya, tanpa melibatkan proses pemilihan sistem koordinat atau pun memberikan koordinat pada citra berdasarkan koordinat yang ada pada citra lain (dengan cakupan area yang sama) yang telah memiliki koordinat. Registrasi citra ke citra melibatkan proses georeferensi apabila citra acuannya sudah di georeferensi. Oleh karena itu, Georeferensi semata-mata merubah sistem koordinat peta dalam file citra, sedangkan grid dalam citra tidak berubah.

2.10.1. Orthorektifikasi

Orthorektifikasi adalah proses pembuatan foto miring ke foto/image yang ekuivalen dengan foto tegak. Foto tegak ekuivalen yang dihasilkan disebut foto terekstifikasi. Orthorektifikasi pada dasarnya merupakan proses manipulasi citra untuk mengurangi/menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh kemiringan kamera/sensor dan pergeseran relief. Secara teoritik foto terekstifikasi merupakan foto yang benar-benar tegak dan oleh karenanya bebas dari pergeseran letak oleh kemiringan, tetapi masih mengandung pergeseran karena relief topografi (relief displacement). Pada foto udara pergeseran relief ini dihilangkan dengan rektifikasi differensial. (Frianzah dalam Atriyon & Kartasasmita, 2010).

2.10.2. Metode Ratio Polynomial Coefficient (RPC)

Ratio Polynomial Coefficient (RPC) merupakan perbandingan dua polynomial kubik koordinat dan menyediakan hubungan dua fungsional antara koordinat tanah (Φ , λ , h) dan koordinat citra (L , S). Model matematis dari metode RPC tersaji dalam rumus 2.3 berikut (Grodecki dalam Atriyon & Kartasmita, 2010):

$$\begin{aligned} U &= \frac{\Phi - \Phi_0}{\Phi_s}, V = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_s}, W = \frac{h - h_0}{h_s}, \\ X &= \frac{S - S_0}{S_s}, Y = \frac{L - L_0}{L_s} \end{aligned} \quad (2.3)$$

Keterangan dari rumus 2.3 adalah sebagai berikut :

Φ = lintang

λ = bujur

h = tinggi di atas ellipsoid

L, S = koordinat baris kolom

$\Phi_0, \lambda_0, h_0, L_0, S_0, \Phi_s, \lambda_s, h_s, L_s, S_s$ merupakan offsets dan faktor skala pada lintang, bujur, tinggi, kolom, dan baris.

Metode RPC merupakan konsep orthorektifikasi yang sederhana karena hanya memerlukan meta data dari data mentah citra satelit yang digunakan. Data mentah tersebut berisi informasi parameter dalam berupa nilai *omega*, *phi*, *kappa*, dan titik kontrol sebanyak lima yaitu pada empat titik pojok dan satu titik tengah citra satelit.

2.10.3. Metode Rigorous

Model matematis Rigorous adalah model matematis yang menggunakan persamaan kolinear, dan dalam prosesnya menggunakan input data DEM

untuk mengoreksi pergeseran relief akibat posisi miring sensor pada saat perekaman. Penyelesaian model matematis Rigorous dilakukan dengan menghitung posisi dan orientasi sensor pada waktu perekaman *image*. Posisi dan orientasi sensor yang telah teridentifikasi, digunakan untuk menghitung distorsi yang terdapat pada *image*. Persamaan Kolinear adalah sebagai berikut (Wolf dalam Atriyon & Kartasasmita, 2010):

$$\begin{aligned} X_i &= -f \frac{(r_{11}(X_i - T_x) + r_{12}(Y_i - T_y) + r_{13}(Z_i - T_z))}{(r_{31}(X_i - T_x) + r_{32}(Y_i - T_y) + r_{33}(Z_i - T_z))} \\ Y_i &= -f \frac{(r_{21}(X_i - T_x) + r_{22}(Y_i - T_y) + r_{23}(Z_i - T_z))}{(r_{31}(X_i - T_x) + r_{32}(Y_i - T_y) + r_{33}(Z_i - T_z))} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Dimana:

X_i, Y_i, Z_i	=	Koordinat titik (i) pada sistem koordinat peta
$X_i, Y_i,$	=	Koordinat titik (i) pada sistem koordinat citra
f	=	Panjang focus sensor/kamera
T_x, T_y, T_z	=	Koordinat titik pusat proyeksi sensor/kamera
$r_{11}, ..., r_{33}$	=	Elemen matriks rotasi atau f

2.11 Root Mean Square Error

Root Mean Square Error (RMSE) adalah jarak yang terbentuk antara koordinat yang dimasukkan untuk proses rektifikasi dengan koordinat setelah proses rektifikasi pada lokasi yang sama (Erdas Inc., 1999).

Di dalam koreksi geometrik suatu citra, RMSE digunakan untuk menilai derajat kesalahan dengan membandingkan koordinat GCP hasil hitungan dengan koordinat citra yang sebenarnya. Ketelitian transformasi

ditentukan oleh harga RMSE. Semakin kecil harga RMSE-nya maka semakin teliti penentuan GCP di citra. RMSE setiap GCP dihitung dengan persamaan (Hayati, 2012):

$$RMS = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2 + (Z_a - Z_b)^2} \quad (2.5)$$

$$RMSe = \sqrt{\frac{\sum (x_t - \bar{x})^2}{n}} \quad (2.6)$$

Dimana pada rumus 2.7 dan 2.8 tersebut:

X_a, Y_a, Z_a	=	Koordinat titik kontrol pengukuran
X_b, Y_b, Z_b	=	Koordinat hasil transformasi
X_t	=	RMS per titik
\bar{x}	=	Rata-tara RMS
n	=	Jumlah data titik kontrol

2.12 Peta Desa

Peta desa adalah peta tematik bersifat dasar yang berisi unsur dan informasi batas wilayah, infrastruktur transportasi, toponim, perairan, sarana prasarana, penutup lahan dan penggunaan lahan yang disajikan dalam peta citra, peta sarana dan prasarana, serta peta penutup lahan dan penggunaan lahan (Badan Informasi Geospasial, 2016).

Pembuatan peta desa memperhatikan luasan dari desa yang dipetakan karena akan berpengaruh pada skala peta dan ukuran kertas yang akan digunakan untuk menyajikan peta desa tersebut. Peta desa dapat disajikan dengan kertas ukuran A0 (1189 mm x 841 mm) dimana ukuran peta adalah 1060 mm x 840 mm dan muka peta 750 mm x 750 mm. Peta juga bisa disajikan pada kertas A1 (594 mm x 420 mm) dimana ukuran peta adalah 630 mm x 490 mm dan muka peta 460 mm x 460 mm. Pemilihan skala pada peta desa jika disajikan pada kertas A0 dilakukan dengan mengetahui ukuran lintang dan bujur dari desa yang akan dipetakan. Desa dengan ukuran 54" lintang dan 54" bujur dipetakan dengan dengan skala 1:2500. Desa dengan ukuran 1'54" lintang dan 1'54"

bujur dipetakan dengan skala 1:5000. Desa dengan ukuran 3'48" lintang dan 3'48" bujur dipetakan dengan skala 1:10.000. Peta desa juga dapat disajikan pada kertas A1(594 mm x 420 mm) dimana ukuran peta adalah 630 mm x 490 mm dan muka peta adalah 460mm x 460mm. Pemilihan skala untuk penyajian peta desa pada kertas A1 bervariasi antara 1:2500, 1:5000 atau 1:10000. Desa dengan ukuran 36" lintang dan 36" bujur disajikan dengan skala 1:2500. Desa dengan ukuran 1'15" lintang dan 1'15" bujur disajikan dengan skala 1:5000. Desa dengan ukuran 2'30" lintang dan 2'30" bujur disajikan dengan skala 1:10000. Apabila peta desa tidak bisa disajikan pada skala 1:10000 maka dijadikan dalam peta desa dengan skala 1:10000 indeks.

Tabel 2. 5 Ketelitian Horizontal Peta Desa

No.	Skala Peta	Ketelitian horizontal (m)		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1.	1:10000	2	3	5
2.	1:5000	1	1,5	2,5
3.	1:2500	0,5	0,75	1,25

Dalam pembuatan peta desa ada persyaratan mengenai standar ketelitian peta desa yang harus dipenuhi. Standar ketelitian peta desa tersaji pada tabel 2.5. Nilai ketelitian peta desa adalah nilai CE90 untuk ketelitian horizontal yang berarti bahwa kesalahan posisi peta desa tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90% (Badan Informasi Geospasial, 2016). Nilai CE90 diperoleh dengan rumus 2.9.

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \quad (2.7)$$

Yang dimaksud dengan $RMSE_r$ pada rumus 2.9 adalah *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal).

2.13 Penelitian Terdahulu

A'yun (2013) melakukan penelitian tentang tingkat kelayakan penggunaan citra satelit Worldview-2 untuk keperluan pembaharuan peta berskala besar, terutama pembaharuan peta dasar untuk daerah perkotaan. Studi kasus adalah Kota Surabaya. Hasil dari penelitian tersebut adalah bahwa hasil koreksi geometrik citra Worldview-2 metode polinomial orde-1 adalah 0,071 sedangkan hasil koreksi geometrik menggunakan metode konform adalah sebesar 0,552. Dari hasil tersebut peneliti menyimpulkan bahwa citra satelit Worldview-2 memenuhi syarat sebagai citra yang dapat digunakan dalam pembaharuan peta dasar untuk daerah perkotaan.

Hayati (2012) melakukan penelitian tentang kelayakan pembuatan peta Banjarmasin menggunakan citra dari Google Earth (GE). Pembuatan peta disyaratkan untuk memenuhi ketelitian planimetris peta dengan nilai 0,3 mm RMSE dikalikan pada skala peta. Peneliti mengkaji ketelitian planimetris dengan cara membandingkan citra dari GE hasil koreksi geometrik dengan metode affine, polinomial orde 1 dan citra GE yang sudah bergeoreferensi agar hasil pemetaan menggunakan citra dari GE dapat optimal. Peneliti menyimpulkan bahwa ketelitian planimetris citra terbaik diperoleh dengan metode affine dengan RMSE sebesar 1,014 m. Metode Polinomial orde 1 memiliki RMSE sebesar 1,611 m, sedangkan georeferensi dari GE memiliki RMSE dengan nilai 1,708 m.

Penelitian yang dilakukan oleh A'yun dan Hayati memiliki kesamaan dengan penelitian tugas akhir yang dilakukan penulis yakni sama-sama meneliti tentang ketelitian geometrik citra dengan resolusi tinggi. Perbedaannya adalah bahwa metode yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah orthorektifikasi RPC dan Rigorous serta hasil yang didapatkan yakni mengetahui

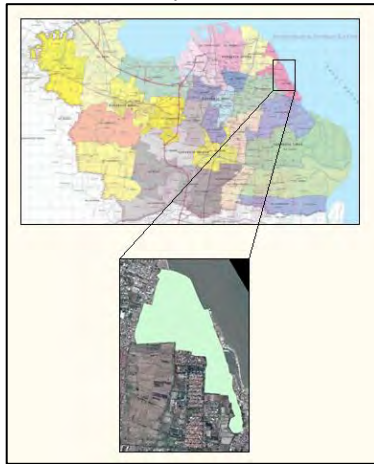
kelayakan citra satelit ketika digunakan sebagai dasar pembuatan peta desa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Kenjeran yang terletak pada $7^{\circ} 13' 37''$ LS - $7^{\circ} 14' 32''$ LS dan $112^{\circ} 47' 2''$ BT - $112^{\circ} 47' 48''$ BT. Secara administratif Kelurahan Kenjeran termasuk dalam wilayah Kecamatan Bulak.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (Pemerintah Kota Surabaya, 2016)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Citra Satelit Pleiades 1A akuisisi data tanggal 28 Agustus 2015 dengan level proses L0 atau primer
2. *Independent Check Point*
3. *Ground Control Point*
4. *Digital Elevation Model* Alos Palsar dengan resolusi spasial 12,5 m akuisisi tanggal 26 Agustus 2015

5. Batas wilayah kelurahan pada Kecamatan Bulak dan Kenjeran skala 1:5000

3.2.2 Peralatan

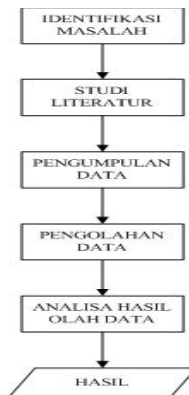
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. *Receiver* GNSS Geodetik
 - b. Laptop
 - c. *Receiver* GPS *Handheld*
 - d. Roll meter
 - e. Kompas
 - f. Kamera
2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. Perangkat lunak pengolah citra
 - b. ArcGIS
 - c. Perangkat lunak pengolah data GNSS
 - d. Windows 7
 - e. Microsoft Office 2010

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah:



Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian

Penjelasan:

a. Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini, tahapan identifikasi masalah adalah tahapan dimana peneliti melakukan pengenalan terhadap masalah yang kemudian akan diteliti. Identifikasi masalah dilakukan untuk mendapatkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan permasalahan, dan tujuan dari penelitian. Pada penelitian ini identifikasi masalah yang dilakukan oleh penulis adalah tentang analisa ketelitian geometrik dengan melakukan orthorektifikasi pada citra satelit Pleiades 1A dalam pembuatan peta desa skala 1:5000.

b. Studi Literatur

Tahapan studi literatur adalah tahapan dimana peneliti melakukan proses kajian terhadap literatur yang terkait dengan topik penelitian penulis. Tahapan ini berguna bagi penulis untuk lebih meningkatkan pemahaman penulis terhadap semua hal yang terkait dengan topik penelitian penulis. Pada penelitian ini, peneliti melakukan studi literatur terhadap hal-hal yang berkaitan dengan analisa ketelitian geometrik citra satelit resolusi tinggi untuk pembuatan peta dengan skala 1:5000. Hasil dari studi literatur tertera dalam bagian tinjauan pustaka pada laporan penelitian ini.

c. Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data adalah tahapan dimana penulis melakukan pengumpulan data yang bersifat primer maupun yang bersifat sekunder. Daftar data yang digunakan dalam penelitian ini tersaji dalam bagian data dan peralatan pada laporan penelitian ini.

d. Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data adalah tahapan dimana penulis melakukan pengolahan terhadap data yang telah diperoleh. Pengolahan data akan dijelaskan lebih lanjut pada tahapan pengolahan data dalam laporan ini. Hasil tahapan pengolahan data tersaji pada bagian hasil dalam laporan penelitian ini.

e. Analisa Hasil Olah Data

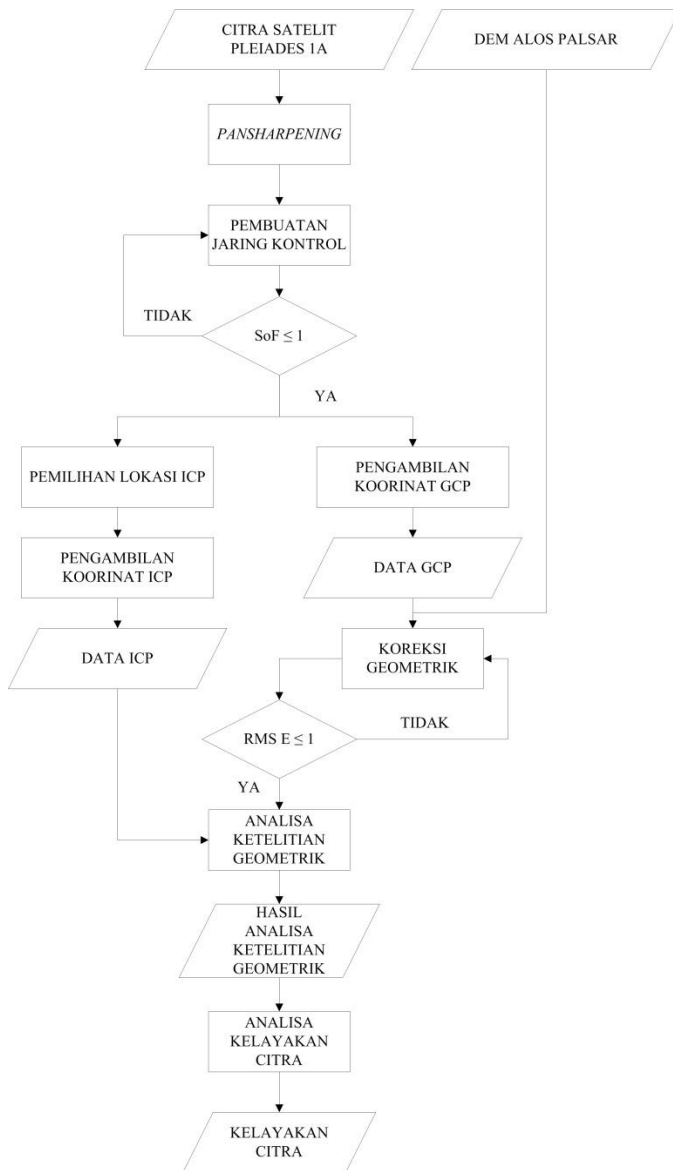
Tahapan analisa hasil olah data adalah tahapan dimana penulis menganalisa hasil dari pengolahan data. Hasil dari analisa digunakan oleh penulis untuk melakukan pengambilan kesimpulan dari penelitian.

f. Hasil

Hasil dari penelitian ini adalah diketahuinya RMSE hasil koreksi geometrik, RMSE hasil analisa ketelitian geometrik dan kelayakan citra satelit Pleiades 1A ketika digunakan sebagai dasar pembuatan peta desa skala 1:5000.

3.2.3 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data adalah tahapan dimana data yang telah didapatkan diolah sehingga hasil penelitian bisa didapatkan. Adapun diagram alir tahapan pengolahan data penelitian tugas akhir ini adalah tersaji pada gambar 3.3:



Gambar 3. 3 Tahap Pengolahan Data

Penjelasan :

- a. *Pansharpening*
Proses *pansharpening* yang dilakukan oleh penulis bertujuan untuk mendapatkan citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih baik resolusi spasial dari *band* multispektralnya. Caranya adalah dengan memfusikan band multispektral dengan band pankromatik pada citra satelit Pleiades 1A.
- b. Pembuatan Jaring Kontrol
Pembuatan jaring kontrol dilakukan dengan meletakkan GCP pada citra satelit Pleiades 1A. GCP yang diletakkan pada citra satelit berjumlah delapan titik. GCP-GCP tersebut dihubungkan dengan *baseline* sehingga menghasilkan desain jaring kontrol dengan jumlah enam segi tiga. Kekuatan dari jaring kontrol diukur menggunakan nilai SoF. Apabila nilai SoF kurang dari sama dengan satu maka dapat dilanjutkan ke tahap pengolahan selanjutnya tetapi apabila tidak desain jaring kontrol harus diubah sehingga mendapatkan nilai SoF kurang dari sama dengan satu.
- c. Pemilihan Lokasi ICP
Lokasi ICP ditentukan melalui pemilihan pada citra satelit Pleiades 1A. ICP ditentukan sebanyak 12 titik. Penentuan lokasi ICP dilakukan berdasarkan modul validasi peta rencana tata ruang yang dikeluarkan oleh BIG pada tahun 2016.
- d. Pengambilan Koordinat GCP
Koordinat GCP didapatkan melalui pengukuran menggunakan *receiver* GNSS geodetik. Metode yang digunakan adalah metode statik. Alat yang digunakan berjumlah empat. Pengukuran dilakukan selama satu jam pada tiap titik dengan jeda tiap perekaman 15 detik. Hasil pengukuran GCP diproses dengan program pengolah data GPS sehingga menghasilkan data koordinat delapan titik

GCP yang siap digunakan untuk melakukan proses koreksi geometrik citra.

e. Pengambilan Koordinat ICP

Koordinat ICP didapatkan melalui pengukuran GPS geodetik. Metode yang digunakan adalah metode statik. Jika koordinat GCP didapatkan dengan metode jaring maka titik ICP didapatkan dengan metode radial dengan pusat titik jaring adalah titik *Continuously Operating Reference Stations* (CORS) yang terletak di Jurusan Teknik Geomatika ITS. Pengukuran per titik ICP dilakukan selama 15 menit dengan jeda perekaman 15 detik. Sama seperti GCP hasil pengukuran ICP diproses dengan program pengolah data GPS untuk menghasilkan data koordinat 12 titik ICP yang siap digunakan untuk melakukan uji dari hasil ketelitian koreksi geometrik.

f. Koreksi Geometrik

Proses koreksi geometrik dilakukan dengan melakukan orthorektifikasi. Orthorektifikasi dilakukan dengan menggunakan delapan koordinat GCP dan DEM Alos Palsar. Metode orthorektifikasi yang digunakan adalah RPC dan Rigorous. Setelah dilakukan proses orthorektifikasi akan didapatkan nilai RMSE dan nilai RMSE tersebut harus lebih kecil dari 1,5 kali resolusi spasial citra dan apabila lebih besar maka proses orthorektifikasi harus diulang.

g. Analisa Ketelitian Geometrik

Analisa ketelitian geometrik dilakukan dengan melakukan uji ketelitian terhadap koreksi geometrik, uji ketelitian tersebut dilakukan menggunakan 12 koordinat ICP. Koordinat ICP hasil ukuran lapangan dibandingkan dengan koordinat letak ICP pada citra satelit. Selisih hasil perbandingan tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui nilai RMSE proses uji ketelitian.

h. Analisa Kelayakan Citra

Analisa kelayakan citra dilakukan dengan cara mengetahui nilai ketelitian peta desa. Nilai ketelitian peta desa adalah nilai (*Circular Error*) CE90 untuk ketelitian horizontal, yang berarti bahwa kesalahan posisi peta desa tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%. Untuk memperoleh nilai CE90 dilakukan dengan mengalikan RMSE dari hasil analisa ketelitian geometrik dengan konstanta CE90 yakni 1,5175.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

Pada bagian ini akan dijelaskan proses pengolahan data sesuai dengan metodologi penelitian yang telah dibuat. Hasil dari pengolahan data akan dianalisis untuk memenuhi tujuan penelitian.

4.1 Penentuan Lokasi GCP

Lokasi yang dipilih oleh peneliti adalah lokasi yang dapat dengan mudah diinterpretasikan pada peta. Hal tersebut dilakukan karena ketepatan peletakan GCP pada citra satelit saat proses rektifikasi akan mempengaruhi besarnya RMSE. Seperti yang terlihat pada gambar 4.1, salah satu GCP yakni T2 terletak pada titik jatuh air pada bangunan kantor Kecamatan Bulak. Objek untuk meletakkan titik tersebut mudah dikenali dan objek tersebut tidak mengalami perubahan apapun selama proses penelitian berlangsung.



Gambar 4. 1 Lokasi *GCP* T2

4.1.1 Persebaran Lokasi GCP

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan delapan titik GCP dan diletakkan secara merata pada area penelitian seperti terlihat pada gambar 4.2. Perincian lokasi dari titik GCP terdapat pada tabel 4.1. Berdasarkan standar maksimal jarak yang ditetapkan

oleh BIG untuk area yang relatif datar, jarak antar titik GCP tidak boleh melebihi 4 km. Daftar jarak antar titik GCP tersaji dalam tabel 4.2.



Gambar 4. 2 Persebaran Titik GCP

Tabel 4. 1 Lokasi Titik GCP

No	Nama Titik	Lokasi
1	T1	Pojok jembatan sebelah Sentra Ikan Bulak
2	T2	Titik jatuh air pada bangunan kantor Kecamatan Bulak
3	T3	Titik jatuh air pada warung di Jalan Kenjeran
4	T4	Ujung pembatas jalan di perumahan Pantai Mentari
5	T5	Titik jatuh air pada bangunan di dekat lokasi wisata Pantai Lama Kenjeran
6	T6	Perempatan jalan depan perumahan Pantai Mentari
7	T7	Titik Jatuh air bangunan SD Muhammadiyah Kenjeran
8	T8	Titik masuk gang kelinci

Tabel 4. 2 Jarak Antar GCP

Nama	Panjang (km)
T1-T2	0,692
T1-T3	0,834
T1-T4	1,318
T1-T5	1,395
T1-T6	1,774
T1-T7	1,982
T1-T8	2,579
T2-T3	0,835
T2-T4	0,880
T2-T5	1,184
T2-T6	1,336
T2-T7	1,704
T2-T8	2,145
T3-T4	0,700
T3-T5	0,578
T3-T6	1,068
T3-T7	1,165
T3-T8	1,832
T4-T5	0,485
T4-T6	0,466
T4-T7	0,851
T4-T8	1,281
T5-T6	0,590
T5-T7	0,588
T5-T8	1,261
T6-T7	0,537
T6-T8	0,815
T7-T8	0,756

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa jarak terjauh antar titik GCP adalah 2,579 km sedangkan jarak terdekat adalah 0,466 km. Rata-rata jarak antar GCP adalah 1,129 km. Dari hasil yang ditunjukkan oleh tabel 4.2 dapat diketahui bahwa peletakan titik GCP memenuhi standar maksimal jarak yang ditetapkan oleh BIG.

4.2 Kekuatan Desain Jaring Kontrol

Desain jaring kontrol yang dibuat oleh peneliti terdapat dalam gambar 4.3. Di dalam jaring kontrol tersebut terdapat enam segitiga sebagai hasil dari penghubungn delapan titik-titik GCP. Penghubungan titik-titik GCP tersebut dilakukan dengan menggunakan *baseline* berjumlah 13.



Gambar 4. 3 Desain Jring

Kekuatan desain jaring dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2. Hasil penghitungan kekuatan desain jaring kontrol menghasilkan nilai kekuatan desain jaring kontrol sebesar 0,100584. Hasil tersebut menunjukkan

bahwa jaring kontrol yang dibuat memiliki kekuatan yang baik karena memiliki nilai kurang dari satu.

4.3 Koordinat GCP

Daftar koordinat GCP (X,Y) yang didapatkan dari pengukuran di lapangan tersaji dalam tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Daftar GCP

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
1.	T1	697391,044	9200899,799
2.	T2	697133,422	9200257,005
3.	T3	697967,530	9200296,433
4.	T4	697750,772	9199629,956
5.	T5	698214,555	9199772,993
6.	T6	697987,286	9199228,283
7.	T7	698523,343	9199271,918
8.	T8	698400,630	9198525,728

Daftar koordinat GCP tersebut kemudian diikatkan pada datum SRGI 2013 sehingga menghasilkan daftar koordinat GCP pada tabel 4.4. Tujuan pengikatan pada datum SRGI 2013 tersebut adalah untuk melakukan penyesuaian terhadap sifat datum SRGI 2013 yang semi dinamis dari hasil pengukuran koordinat GCP pada datum WGS 84 yang bersifat dinamis. Koordinat hasil pengikatan tersebut selanjutnya digunakan untuk melakukan koreksi geometrik terhadap citra satelit yang digunakan.

Tabel 4. 4 Koordinat GCP Terikat SRGI 2013

No.	Nama Titik	Titik Kontrol Terikat SRGI 2013	
		X (m)	Y (m)
1.	T1	697391,207	9200900,523
2.	T2	697133,585	9200257,729

No.	Nama Titik	Titik Kontrol Terikat SRGI 2013	
		X (m)	Y (m)
3.	T3	697967,693	9200297,157
4.	T4	697750,935	9199630,680
5.	T5	698214,718	9199773,717
6.	T6	697987,449	9199229,007
7.	T7	698523,506	9199272,642
8.	T8	698400,793	9198526,452

4.4 Hasil Koreksi Geometrik Citra

Hasil koreksi geometrik citra diketahui dengan melakukan proses orthorektifikasi pada citra. Proses orthorektifikasi citra akan menghasilkan sisa atau residu untuk masing-masing GCP. Residu merupakan selisih antara koordinat yang dianggap benar, dalam hal ini yaitu koordinat dari pengukuran GPS (GCP), dengan koordinat hasil orthorektifikasi dari citra Pleiades 1A.

Residu tersebut dihitung untuk mendapatkan RMSE. Cara menghitung RMSE terdapat pada rumus 2.5. Setelah mendapatkan RMSE per titik, dilakukan penghitungan total RMSE menggunakan rumus 2.6. Hasil penghitungan RMSE per titik dan total RMSE untuk citra satelit Pleiades 1A menggunakan metode orthorektifikasi RPC tersaji dalam tabel 4.5. Hasil perhitungan RMSE per titik dan total RMSE untuk citra satelit Pleiades 1A menggunakan metode orthorektifikasi Rigorous tersaji dalam tabel 4.6.

Tabel 4. 5 RMSE Koreksi Geometrik Metode Orthorektifikasi RPC

No.	Nama Titik	RMSE		
		Residu (piksel)	Residu X (piksel)	Residu Y (piksel)
1.	T1	0,40	-0,08	-0,39
2.	T2	0,74	-0,70	-0,24
3.	T3	0,84	-0,63	-0,55
4.	T4	0,69	-0,61	-0,31

No.	Nama Titik	RMSE		
		Residu (piksel)	Residu X (piksel)	Residu Y (piksel)
5.	T5	0,66	-0,64	-0,16
6.	T6	0,55	-0,28	-0,47
7.	T7	0,80	-0,75	-0,28
8.	T8	0,53	-0,29	-0,45
Total RMSE			0,67	

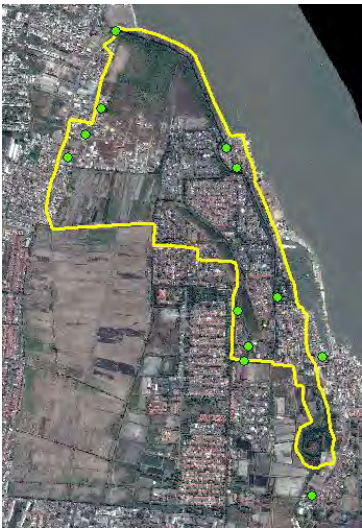
Tabel 4. 6 RMSE Koreksi Geometrik Metode Orthorektifikasi Rigorous

No.	Nama Titik	RMSE		
		Residu (piksel)	Residu X (piksel)	Residu Y (piksel)
1.	T1	0,17	0,16	-0,04
2.	T2	0,77	0,45	0,63
3.	T3	0,88	0,59	0,65
4.	T4	0,39	0,34	-0,20
5.	T5	0,50	0,25	0,43
6.	T6	0,79	0,52	0,59
7.	T7	0,67	0,58	0,34
8.	T8	0,99	0,69	0,71
Total RMSE			0,69	

Berdasarkan hasil perhitungan RMSE pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 diketahui bahwa nilai RMSE yang dihasilkan menggunakan proses orthorektifikasi metode RPC lebih baik apabila dibandingkan dengan metode orthorektifikasi Rigorous. Selisih hasil dari kedua metode tidak begitu besar yakni 0,02 piksel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode RPC dan Rigorous tidak begitu memiliki perbedaan yang signifikan ketika digunakan untuk melakukan orthorektifikasi.

4.5 Analisa Ketelitian Geometrik

Analisa Ketelitian geometrik didapatkan dengan mendapatkan RMSE dari citra satelit yang digunakan. RSMe didapatkan dari *residu*/selisih koordinat hasil pengukuran ICP dan titik koordinat dari lokasi ICP tersebut pada citra satelit. Persebaran ICP tersaji dalam gambar 4.4. Daftar koordinat ICP yang sudah terikat pada datum SRGI 2013 tersaji dalam tabel 4.7.



Gambar 4. 4 Persebaran ICP

Tabel 4. 7 Daftar Koordinat ICP

Titik	Koordinat ICP	
	X (m)	Y (m)
1	698388,706	9198532,239
2	697953,367	9200294,118
3	697395,418	9200883,123
4	697321,393	9200491,446
5	697239,263	9200359,756
6	697150,028	9200243,373

Titik	Koordinat ICP	
	X (m)	Y (m)
7	698006,255	9200189,779
8	698216,103	9199534,547
9	698042,735	9199212,545
10	698063,540	9199287,301
11	698010,777	9199467,796
12	698442,039	9199236,256

Tabel 4. 8 Daftar Koordinat ICP Pleiades 1A Metode RPC

Titik	Koordinat ICP	
	X (m)	Y (m)
1	698389,079	9198531,744
2	697954,323	9200293,095
3	697396,754	9200881,683
4	697323,505	9200490,563
5	697240,040	9200358,968
6	697151,099	9200243,790
7	698006,832	9200188,876
8	698216,674	9199535,645
9	698042,872	9199212,707
10	698063,711	9199286,849
11	698010,589	9199466,802
12	698443,624	9199235,379

Tabel 4. 9 Daftar Koordinat ICP Pleiades 1A Metode Rigorous

Titik	Koordinat ICP	
	X (m)	Y (m)
1	698387,576	9198531,533
2	697952,818	9200295,637
3	697395,550	9200885,092
4	697322,468	9200492,064
5	697237,644	9200360,619
6	697149,852	9200244,335
7	698005,184	9200190,245

Titik	Koordinat ICP	
	X (m)	Y (m)
8	698216,520	9199533,387
9	698043,068	9199212,074
10	698064,364	9199286,729
11	698008,300	9199467,041
12	698443,090	9199236,509

Tabel 4. 10 RMSE Analisa Ketelitian Geometrik Pleiades 1A
Metode RPC

Titik	Residu X (m)	Residu Y (m)
1	0,373	-0,495
2	0,957	-1,023
3	1,336	-1,440
4	2,113	-0,883
5	0,777	-0,788
6	1,072	0,417
7	0,578	-0,903
8	0,572	1,098
9	0,137	0,162
10	0,172	-0,452
11	-0,187	-0,994
12	1,586	-0,877
RMSE		1,331

Hasil peletakan ICP pada citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi dengan metode RPC tersaji dalam tabel 4.8 sedangkan hasil peletakan ICP pada citra satelit Pleiades 1 A hasil orthorektifikasi dengan metode Rigorous tersaji dalam tabel 4.9. Residu yang didapatkan dari selisih koordinat ICP citra satelit Pleiades 1A dengan koordinat ICP hasil pengukuran lapangan kemudian digunakan untuk mendapatkan RMSE citra. RMSE citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode RPC tersaji dalam tabel 4.10 sedangkan RMSE metode Rigorous tersaji dalam tabel 4.11.

Tabel 4. 11 RMSE Analisa Ketelitian Geometrik Pleiades 1A
Metode Rigorous

Titik	Residu X (m)	Residu Y (m)
1	-1,130	-0,706
2	-0,548	1,519
3	0,132	1,969
4	1,075	0,618
5	-1,619	0,863
6	-0,176	0,962
7	-1,071	0,466
8	0,418	-1,161
9	0,333	-0,471
10	0,824	-0,572
11	-2,477	-0,756
12	1,052	0,253
RMSE		1,479

Dari tabel 4.10 dan tabel 4.11 dapat diketahui bahwa RMSE analisa ketelitian geometrik citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode RPC dengan nilai 1,331 m lebih baik daripada RMSE citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode Rigorous dengan nilai 1,479 m.

4.6 Analisa Ketelitian Horizontal Peta Desa

Badan Informasi Geospasial telah menetapkan tingkat standar ketelitian geometrik horizontal untuk pembuatan peta desa seperti yang tertera pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Standar Ketelitian Geometrik Horizontal Peta Desa


No.	Skala Peta	Ketelitian horizontal (m)		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1.	1:10000	2	3	5
2.	1:5000	1	1,5	2,5
3.	1:2500	0,5	0,75	1,25

Ketelitian geometrik horizontal tersebut didapatkan dengan mengalikan koefisien ketelitian geometrik horizontal dengan RMSE hasil analisa ketelitian geometrik yang didapatkan. Koefisien ketelitian geometrik tersebut adalah 1,5175. Hasil ketelitian geometrik horizontal disebut dengan CE90 menurut Peraturan Kepala BIG No. 3 Tahun 2016. Nilai CE90 yang didapatkan dari citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode RPC sebesar 2,020 m sedangkan nilai sebesar 2,244 m didapatkan dari citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode Rigorous.

Dari hasil CE90 tersebut dapat diketahui bahwa citra Pleiades 1A bisa digunakan untuk membuat peta desa dengan skala 1:5000. Peta dengan skala 1:5000 yang dihasilkan dari citra Pleiades 1A baik hasil orthorektifikasi metode RPC maupun metode Rigorous memiliki kelas ketelitian 3.

Lampiran 1

Surat Izin Pengambilan Data

**PEMERINTAH KOTA SURABAYA**
BADAN KESATUAN BANGSA, POLITIK DAN PERLINDUNGAN MASYARAKAT
Jl. Jaku Agung Suprpto No. 2 - 4 Telp. (031) 5413384, Fax. 5343508
SURABAYA 160272

DIMUNDAI, 1 April 2016
Kepada
Yth. Kepala BAPPEKO Surabaya
di-
SURABAYA

Nomor 070 / 3271 / 439.73 / 2016
Lampiran 1
Hal Permohonan Data

REKOMENDASI PENELITIAN

Dasar

1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011.
2. Peraturan Walikota Surabaya Nomor 37 Tahun 2011 Tentang Rincian Tugas dan Fungsi Lembaga Teknis Daerah Kota Surabaya. Bagian Kedua Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat.

Memperhatikan

Surat Kelus Jurusan Teknik Geomatika FTSP - ITS Surabaya tanggal 29 Maret 2016 Nomor : 019476112.31.4TU.00.09/2016 hal Permohonan Bantuan Data

Kepala Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat Kota Surabaya memberikan rekomendasi kepada

a. Nama Hanif Khoiril Latif
b. Alamat Dk. Mbioro RT 005 RW 002 Kec. Pati Kab. Pati Jawa Tengah
c. Pekerjaan/Jabatan Mahasiswa
d. Instansi/Organisasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e. Kewarganegaraan Indonesia

Untuk melakukan penelitian/survei/kegiatan dengan

a. Judul / Thema Analisa Ketelitian Geometrik Citra Worldview Dan Pleiades Untuk Dasar Pembuatan Peta Desa
b. Tujuan Permohonan Data
c. Bidang Penelitian Teknik
d. Penanggung Jawab Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS
e. Anggota Peserta
f. Waktu 2 (Dua) Bulan, TMT Surat dikeluarkan
g. Lokasi BAPPEKO

Dengan persyaratan

1. Penelitian/survei/kegiatan yang dilakukan harus sesuai dengan surat permohonan dan wajib mematuhi persyaratan / peraturan yang berlaku di Lokasi / Tempat dilakukan Penelitian/survei/kegiatan
2. Saudara yang bersangkutan agar setelah melakukan Penelitian/survei/kegiatan wajib melaporkan pelaksanaan dan hasilnya kepada Kepala Bakesbang, Politik dan Linmas Kota Surabaya
3. Penelitian/survei/kegiatan yang dilaksanakan tidak boleh menimbulkan keresahan dimasyarakat, disintegrasi bangsa atau mengganggu keutuhan NKRI
4. Rekomendasi ini akan dicabut / tidak berlaku apabila yang bersangkutan tidak memenuhi persyaratan seperti tersebut diatas.

Demikian atas bantuannya disampaikan terima kasih.



Tembusan
Yth. 1. Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP - ITS
Surabaya

2. Saudara yang bersangkutan



Drs. Dedy Soelianto, M.Si
Rembina Tk. I
Surabaya 601212 196903 1 029

<http://www.surabaya.go.id> Email: bakesbanglinmas@surabaya.go.id

Lampiran 2 Form Ukur


FORMULIR PENGAMATAN GPS			
Nama Titik	T1	Hari/Tanggal	Selasa 16 April 2016
Lokasi	Bojok Jambatan Santa Han BULAK	Pelaksana	1 Hafid Khairul L 2 Ari Zainal F
Antena dan Receiver			
Antena		Receiver	
Tipe	Topcon	Tipe	Topcon
No. Seri		No. Seri	
Pengamatan			
Nama File		Session #ID	
DD/MM/YY(UTC)		Day Of Year (DOY)	
Elevation Mask	15 degree	Epoch Interval	0000 10 Sec
Awal Pengamatan		Akhir Pengamatan	
Koordinat Pendekatan	Lintang (North/South)	Bujur (East/West)	Tinggi Ellipsoid (m)
Tinggi Antena			
Sebelum Pengamatan		Setelah Pengamatan	
Tinggi Miring	Tinggi Tegak	Tinggi Miring	Tinggi Tegak
1. 1381..... (m)	1. (m)	1. 1380..... (m)	1. (m)
2. 1380..... (m)	2. (m)	2. 1381..... (m)	2. (m)
3. 1380..... (m)	3. (m)	3. 1380..... (m)	3. (m)
Sketsa Detail Lokasi Pengamatan			
			

Lampiran 3 Lokasi GCP

No	Nama Titik	Denah	Foto Lokasi
1	T1		
2	T2		
3	T3		
4	T4		
5	T5		
6	T6		
7	T7		
8	T8		

Lampiran 4

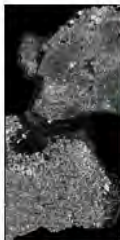
Meta Data Citra Pleades 1A



AIRBUS
DEFENCE & SPACE

PHR Volume Description of FCGC600322714

Production: AIRBUS DS GEO
Date : 2015-10-09T19:34:51.634




IMG_PHR1A_P_001 :

SENSOR P

DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S08_0924_03654

(SENSOR P
DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S08_0924_03654)



IMG_PHR1A_MS_002 :

SENSOR MS

DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S08_0924_03654

(SENSOR MS
DS_PHR1A_201508280249307_FR1_PX_E112S08_0924_03654)

```

- <Processing_Parameter_List>
  <PROCESSING_LEVEL>L0</PROCESSING_LEVEL>
  - <Processing_Parameter>
    <PARAMETER_DESC>PAIPSY parameters</PARAMETER_DESC>
    <PARAMETER_TYPE>PAIPSY_PARAMETERS</PARAMETER_TYPE>
    <PARAMETER_ID>PHR1A_PAIPSY_PARAMETERS_0010_20120718131600_O</PARAMETER_ID>
  </Processing_Parameter>
  - <Processing_Parameter>
    <PARAMETER_DESC>Viewing direction of the real sensor model PA</PARAMETER_DESC>
    <PARAMETER_TYPE>PA1313131313_VIEWING DIRECTIONS</PARAMETER_TYPE>
    <PARAMETER_ID>PHR1A_PA1313131313_VIEWING DIRECTIONS_0026_2013010100000</PARAMETER_ID>
  </Processing_Parameter>
  - <Processing_Parameter>

```

65

Lampiran 5

Meta Data DEM Alos Palsar

```

    <gco:CharacterString>uso@asf.alaska.edu</gco:CharacterString>
  </gmd:electronicMailAddress>
</gmd:CI_Address>
</gmd:address>
</gmd:CI_Contact>
</gmd:contactInfo>
- <gmd:role>
  <gmd:CI_RoleCode codeList="http://www.isotc211.org/2005/resources/Codelist/gmxCodelists/1/CI_RoleCode" codeListValue="pointOfContact">pointOfContact</gmd:CI_RoleCode>
</gmd:role>
</gmd:CI_ResponsibleParty>
</gmd:contact>
- <gmd:dateStamp>
  <gco:DateTime>2015-08-13T10:08:34.000000Z</gco:DateTime>
</gmd:dateStamp>
- <gmd:metadataStandardName>
  <gco:CharacterString>ISO 19115-2 Geographic information — Metadata — Part 2: Content schema</gco:CharacterString>
</gmd:metadataStandardName>
- <gmd:metadataStandardVersion>
  <gco:CharacterString>ISO 19115-2:2009-02-15</gco:CharacterString>
</gmd:metadataStandardVersion>
- <gmd:spatialRepresentationInfo>
  - <gmd:MD_GridSpatialRepresentation>
    - <gmd:numberOfDimensions>

```

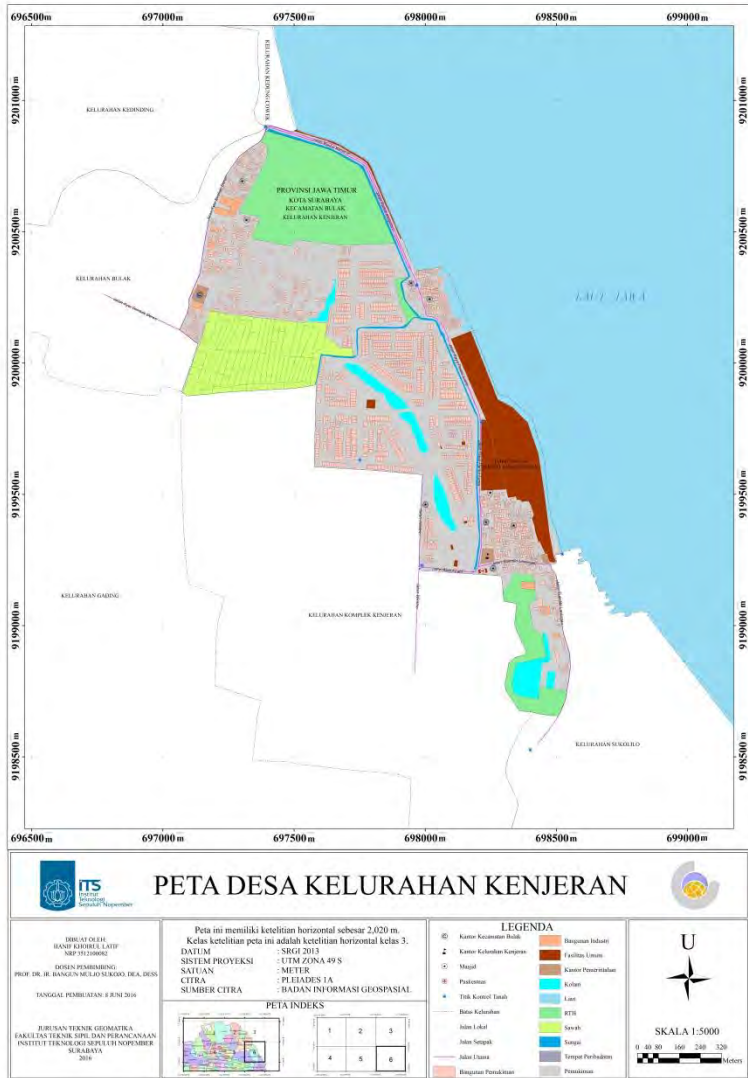
```

    </gmd:resolution>
  </gmd:MD_Dimension>
</gmd:axisDimensionProperties>
- <gmd:axisDimensionProperties>
  - <gmd:MD_Dimension>
    - <gmd:dimensionName>
      <gmd:MD_DimensionNameTypeCode
        codeList="http://www.isotc211.org/2005/resources/Codelist/gmxCodelists/1/MD_DimensionNameTypeCode" codeListValue="column">column</gmd:MD_DimensionNameTypeCode>
      </gmd:dimensionName>
    - <gmd:dimensionSize>
      <gco:Integer>6656</gco:Integer>
    - <gmd:resolution>
      <gco:Distance uom="meter">12.5</gco:Distance>
    </gmd:resolution>
  </gmd:MD_Dimension>

```

Lampiran 6

Peta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Pengambilan Data	59
Lampiran 2 Form Ukur	61
Lampiran 3 Lokasi GCP.....	63
Lampiran 4 Meta Data Citra Pleades 1A	65
Lampiran 5 Meta Data DEM Alos Palsar	67
Lampiran 6 Peta.....	69

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian maka penulis menyimpulkan bahwa:

1. Nilai RMSE dari koreksi geometrik terhadap citra satelit Pleiades 1A dengan 8 GCP menggunakan metode orthorektifikasi RPC sebesar 0,67 piksel sedangkan nilai RMSE dari metode orthorektifikasi Rigorous sebesar 0,69 piksel. Selisih nilai RMSE dari kedua metode tersebut relatif kecil yakni 0,02 piksel.
2. Nilai RMSE dari analisa ketelitian geometric terhadap citra satelit Pleiades 1A dengan 12 ICP menggunakan metode orthorektifikasi RPC sebesar 1,331 m sedangkan nilai RMSE dari metode orthorektifikasi Rigorous sebesar 1,479 m. Selisih nilai RMSE kedua metode tersebut relatif kecil yakni 0,148 m.
3. Nilai CE90 yang didapatkan dari citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi metode RPC sebesar 2,020 m sedangkan dengan metode Rigorous sebesar 2,244 m. Menurut Perka BIG No. 3 Tahun 2016 Tentang Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa, citra satelit Pleiades 1A hasil orthorektifikasi baik metode RPC maupun Rigorous layak untuk digunakan dalam pembuatan peta desa Kelurahan Kenjeran dengan skala 1:5000 pada kelas ketelitian 3 dimana ketelitian maksimal yang diperbolehkan adalah 2,5 m.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan maka saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk digunakan sebagai rekomendasi dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Membuat sama waktu pengukuran ICP dengan waktu pengukuran GCP sehingga ketika koordinat ICP digunakan untuk melakukan analisa ketelitian geometrik mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Menggunakan DEM yang memiliki selisih resolusi spasial tidak jauh berbeda terhadap resolusi spasial citra satelit yang digunakan.

Daftar Pustaka

- Abidin, H. Z., 2002. *Survei dengan GPS*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Atriyon & Kartasasmita, M., 2010. Teknik Orthorektifikasi Multi Oblique Image Satellite dengan Metode Digital Mono Plotting (DMP), Ratio Polynomial Coefficients (RPCs), dan Rigorous Satellite Sensor Model. *Berita Inderaja*, IX(16), p. 13.
- A'yun, Q., 2013. *Evaluasi Ketelitian Planimetris Citra Resolusi Tinggi untuk Updating Peta Garis Skala 1:1000 (Studi Kasus: Surabaya Pusat)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Informasi Geospasial, 2016. *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong: Sekretariat BIG.
- Badan Informasi Geospasial, 2016. *Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa*. Cibinong: Sekretariat BIG.
- Badan Standarisasi Nasional, 2003. *Spesifikasi Teknis Peta Rupa Bumi Skala 1:10.000*. Jakarta: Sekretariat BSN.
- Elachi, C. & Jakob, v. Z., 2006. *Introduction to The Physics and Techniques of Remote Sensing*. New Jersey: John wiley & Sons.
- Erdas Inc., 1999. *ERDAS Field Guide*. Edited by Russ Pouncey, Kris Swanson, and Kathy Hart. 5th ed. Georgia: Erdas In..
- Ghilani, C. D. & Wolf, P. R., 2012. *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics*. New Jersey: Pearson.
- Hayati, N., 2012. *Kajian Ketelitian Planimetris Citra Resolusi Tinggi pada Google Earth untuk Pembuatan Peta Dasar Skala 1:10000 Kecamatan Banjar Timur Kota Banjarmasin*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Karson, M. J., 1982. *Multivariate Statistical Methods*. 1st ed. Ames-Iowa: The Iowa State University Press.
- Landgrebe, D. A., 2003. *Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- LAPAN, 2010. *Laporan Akhir Pengembangan Metode Ekstraksi DEM (Digital Elevation Model) dari Data Alos Prism*. Jakarta: Sekretariat LAPAN.
- LAPAN, 2010. *Pengembangan Metoda Pengolahan Orthorektifikasi Data Landsat untuk Mendukung INCAS Berkelanjutan*, Jakarta: Bidang Produksi Data Pusat Data Penginderaan Jauh lapan.
- Leick, A., 1995. *GPS Satellite Surveying*. s.l.:John Wiley & Sons Inc..
- Liang, S., 2004. *Quantitative Remote Sensing of Land Surface*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Mohammed, N. Z. & Eisa, E., 2013. The Effect of Polynomial Order on Georeferencing Remote Sensing Images. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(18).
- Pemerintah Kota Surabaya, 2016. *C--Map-Surabaya*, <URL:<http://petaperuntukan.surabaya.go.id/>>.Dikunjungi i pada tanggal 21 Juni 2016, jam 20.15.
- Purwadhi, S., 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- Pusfatekgan LAPAN, 2014. *Data Citra Satelit*, <URL: <http://pusfatekgan.lapan.go.id/testing/>>. Dikunjungi pada tanggal 14 Desember 2015, jam 20.00.
- Rahman, A., 2011. *Modul Ajar Pengolahan Citra Digital & Aplikasinya Bekerja dengan ENVI 4.4*. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Rastermaps,2014.<URL:<http://rastermaps.com/2014/12/alos.html>>.Dikunjungi pada tanggal 21 Juni 2016, jam 20.00.
- Rees, 2001. *Physical Principles of Remote Sensing*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

- Republik Indonesia, 2014. *Undang-Undang No. 6 Tahun 2014 Tentang Desa*. Jakarta: DPR RI.
- Siswanto, E., 2008. *Kajian Terhadap Penyatuan Peta-Peta Blok Pajak Bumi Dan Bangunan Dalam Satu Sistem Koordinat Kartesian Dua Dimensi Dengan Menggunakan Citra Quickbird*. Bandung, Institut Teknologi Bandung.
- Sukojo, B. M., 2006. *Modul Ajar Hitung Kerangka Geodesi*. Surabaya: Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tri, R. A., Prihandito, A., Yuwono & Harintaka, 2008. *Penyatuan Bidang-Bidang Tanah Melayang Menggunakan Citra Qickbird Untuk Pembuatan Peta Pendaftaran Tanah*. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada: Media Teknik Edisi November.
- Wibowo & Eko, P., 2010. *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, Dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan Tahun 2008*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wolf, P. R., 1997. *Adjustment Computation: Statistics and Least Square in Surveying and GIS*, USA: A Wiew-Interscience Publication.
- Zhang, Y., 2004. *Pan-sharpening for Improved Information Extraction*. London: Taylor & Francis Group.

PROFIL PENULIS



Penulis dilahirkan di Pati, pada tanggal 18 Mei 1994. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Pendidikan dasar sampai menengah ditempuh dan diselesaikan penulis di Pati. Pada tahun 2012, penulis melanjutkan studi pada jenjang pendidikan tinggi Strata 1 di Jurusan Teknik Geomatika ITS dengan Nomor Registrasi Peserta 3512100082. Selama

menjadi mahasiswa penulis aktif berorganisasi di Himpunan Mahasiswa Geomatika ITS (HIMAGE-ITS), Badan Eksekutif Mahasiswa ITS (BEM ITS) dan Ikatan Keluarga Mahasiswa Pati di Surabaya (IKMP). Penulis beberapa kali mengikuti kegiatan keilmiahan baik di intra kampus maupun ekstra kampus. Penulis juga beberapa kali berpartisipasi dalam pengerjaan proyek pengukuran terestris. Penulis memilih bidang geospasial dalam penulisan tugas akhir dengan judul “Analisa Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1A sebagai Dasar Pembuatan Peta Desa (Studi Kasus: Kelurahan Kenjeran, Surabaya)”.